

**EVALUACIÓN DE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS Y DIETA DE
ORGANISMOS INMADUROS DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA Y
TRICHOPTERA DE LA PARTE MEDIA DEL RÍO GAIRA, SIERRA NEVADA
DE SANTA MARTA.**

**CRISTIAN JOSÉ GUZMÁN SOTO
ESTUDIANTE**

**CESAR TAMARÍS TURIZO M. Sc
DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA D. T. C. H.
2011**

**EVALUACIÓN DE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS Y DIETA DE
ORGANISMOS INMADUROS DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA Y
TRICHOPTERA DE LA PARTE MEDIA DEL RÍO GAIRA, SIERRA NEVADA
DE SANTA MARTA**

**CRISTIAN JOSÉ GUZMÁN SOTO
ESTUDIANTE**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el
título de Biólogo**

**CESAR TAMARÍS TURIZO M. Sc
Director**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN LIMNOLOGÍA NEOTROPICAL
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA
2011**

A Dios, por el cual vivo e intento aplicar según la santa escritura

A mis padres y demás familiares que han creído en mí

*Al Señor Carlos Peñate, quien puso su grano de arena para que yo iniciara lo que hoy
he terminado*

NOTA DE APROBACIÓN

El trabajo de grado titulado “*Evaluación de los hábitos alimentarios y dieta de organismos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera de la parte media del río Gaira, sierra nevada de santa marta*”, presentado por el estudiante CRISTIAN JOSÉ GUZMÁN SOTO, para optar al título de Biólogo, fue revisado por el jurado y calificado como:

APROBADO

Cesar Tamarís Turizo
Director

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia a Dios, que a través de la Biblia y su verdad puedo aprender a tener el estilo de vida que tuvo Cristo Jesús durante su permanencia en la tierra y que aunque falle puedo volver a empezar.

Doy muchas gracias a mis padres junto a mis familiares paternos y maternos que vieron en mí una oportunidad de la vida para convencimiento de ser alguien.

También debo agradecer a mis compañeros de semestre que sembraron en mí un voto de confianza a la hora de colaborar en todo cuanto pudieron, a ustedes los del grupo; Cristian Padilla, Yahainis Cabrera, Mayerling Socarrás, Angélica Cabarcas, Leonardo Granados, Leilys Núñez y demás.

Un enorme agradecimiento al Profe Germán Blanco por la formación de investigador que inculcó en mí y a mis compañeros, los del grupo pero sobre todo por su amistad.

Agradezco a Juan Luis Rivera de La Hoz “El Juanchi” por su enorme colaboración y amistad que me brindó incondicionalmente.

Al grupo de investigación (GILIN) por darme la oportunidad de trabajar con ellos y brindarme su apoyo y en especial al profe Tamarís por su valiosa amistad y apoyo en este trabajo y su transcurso.

A la Universidad del Magdalena, que a través de la Vicerrectoría de Investigaciones financió este proyecto en su totalidad, a través de la primera convocatoria para financiar proyectos en marco del programa de semilleros el que aprendí e inicié el proceso de andar en el ámbito científico

LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación geográfica del área de estudio, parte media del río Gaira, Hacienda La Victoria (Sector Honduras). 900 msnm 11°07'44.2"N y 74°05'35.8"W. Modificado de Sierra-Labastidas y Reyes-Picón 2005..... 21
- Figura 2.** Tramo medio del río Gaira, Hacienda La Victoria, sector de Honduras. Bajo condiciones de precipitaciones bajas. 22
- Figura 3.** Tramo medio del río Gaira, Hacienda La Victoria, sector de Honduras. Bajo condiciones de precipitaciones altas. 22
- Figura 4.** Abundancia de los géneros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera durante los meses de Abril, Junio, Agosto y Diciembre de 2010 en la parte media del río Gaira. 26
- Figura 5.** Restos animales, *Simulium* (Diptera: Simuliidae:) encontrado en el intestino de *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) (40x). 27
- Figura 6.** Tejido de Plantas Vasculares encontrado en el intestino de *Leptonema* (Trichoptera: Hydropsychidae) (10x). 28
- Figura 7.** Microalga, *Surirella* (Surirellales: Surirellaceae) encontrada en el intestino de *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) (40X) 28
- Figura 8.** Hongo (Hifa) encontrado en el intestino de *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) (40X)..... 28
- Figura 9.** Materia orgánica particulada gruesa (MOPG) encontrada en el intestino de *Leptonema* (Trichoptera: Hydropsychidae) (40x). 29
- Figura 10.** Materia Orgánica Particulada Fina (MOPF) encontrada en el intestino de *Lachlania* (Ephemeroptera: Oligoneuriidae) (40x)..... 29
- Figura 11.** Porcentaje promedio de cada tipo de alimento en organismos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media del

Río Gaira, SNSM. Durante los meses de muestreo Abril, Junio, Agosto y Diciembre. 30

Figura 12. Análisis de componentes principales (ACP) de 10 géneros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera presentes en la parte media del río Gaira, obtenido sobre la base de los ítems alimentarios identificados en organismos inmaduros evaluados. RA..... 34

Figura 13. Clasificación trófica de los diez géneros evaluados basada en los resultados de la matriz de distancia euclidiana del contenido estomacal de organismos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media del Río Gaira, SNSM. 35

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Características físicas y químicas del tramo medio del río Gaira, durante los muestreos realizados entre abril y diciembre de 2010.....23

Tabla 2. Composición porcentual de la dieta y medidas promedio de las tallas corporales de los diez géneros evaluados de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media del Río Gaira. Los ítems alimentarios se clasificaron en: Restos animales (RA), Tejido de planta vascular (TPV), Microalgas (MA), Hongos (HN), Detritos gruesos de 90 μ m a 1 mm (MOPG) y Detritos finos < 90 μ m (MOPF). También se presenta la desviación estándar (DE) de cada una de las categorías alimentarias en cada género evaluado. Para las tallas corporales se tuvo en cuenta la medición de la Longitud total (LT) expresada en mm, Al igual que la desviación estándar (DE).....32

Tabla 3. Valores p del análisis NPMANOVA realizado para comparar los porcentajes de cada categoría alimentaria entre los géneros. Las diferencias significativas ($p < 0,05$) según la corrección de Bonferroni se presentan en negrilla.....36

Tabla 4. Clasificación de los diez géneros evaluados en gremios tróficos según varios estudios (Incluyendo el presente Norte de Colombia). ¹Merritt y Cummins 1996 (Norte América), ²Tomanova *et al.* 2006 (Bolivia), ³Chará *et al.* En prensa (Colombia Risaralda).....41

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	10
2.	INTRODUCCIÓN	11
3.	MARCO TEÓRICO	13
3.1	Ecosistemas lóticos	13
3.2	Macroinvertebrados acuáticos y sus funciones tróficas	13
3.3	Organismos de estudio	14
3.3.1	Orden Ephemeroptera	14
3.3.2	Orden Plecoptera	14
3.3.3	Orden Trichoptera	15
4.	ANTECEDENTES	16
5.	JUSTIFICACIÓN	18
6.	OBJETIVOS	20
6.1	General	20
6.2	Específicos	20
7.	MÉTODOS	21
7.1	Área de estudio	21
7.2	Fase de campo	23
7.3	Fase de laboratorio	24
7.3.1	Identificación de las muestras	24
7.3.2	Análisis del contenido estomacal	24
7.4	Análisis estadístico	25
8.	RESULTADOS	26
8.1	Composición de las dietas	27
8.2	Descripción de los hábitos alimentarios	33
8.3	Clasificación trófica	34
9.	DISCUSIÓN	38
10.	CONCLUSIONES	43
11.	RECOMENDACIONES	45
12.	BIBLIOGRAFÍA	47
13.	ANEXOS	57
13.1	ANEXO 1	57
13.2	ANEXO 2	58

1. RESUMEN

Se evaluaron los hábitos alimentarios de organismos en estado inmaduro de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT) en la parte media del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta), por medio del análisis del contenido estomacal. Se realizaron cuatro muestreos en los meses de abril, junio, agosto y diciembre de 2010. Se identificaron 13 géneros de EPT, pero solo a 10 de éstos se les revisó el contenido estomacal para un total de 100 organismos analizados. Se describieron seis ítems alimentarios tales como: restos animales (RA), tejido de plantas vasculares (TPV), microalgas (MA), hongos (HN), materia orgánica particulada gruesa (MOPG) y materia orgánica particulada fina (MOPF). *Baetodes* se registró como Recolector-Raspador; ya que su principal ítem alimentario fue MOPF (46.6%) seguido de HN (38.4%). *Chimarra*, *Leptohyphes*, *Thraulodes* y *Lachlania*, son categorizados como Recolectores con proporciones promedio de 86.8%, 93.1%, 93.1% y 93.7% de MOPF, respectivamente. Los géneros *Phylloicus*, *Leptonema* y *Smicridea* son reportados en este estudio como Fragmentadores-Recolectores debido a sus proporciones promedio de TPV y MOPG con 76.3%, 54.6% y 62.4% junto con proporciones de MOPF de 22.3%, 38.8% y 32.9%, respectivamente. Los géneros *Anacroneuria* con 57.9% y *Atopsyche* con 58.2% del ítem RA son reportados como Depredadores ya que fueron los únicos taxones en los que se observó RA en altas proporciones.

Palabras claves: Insectos acuáticos, contenido estomacal, ítem alimentario, grupos tróficos, río Gaira.

2. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los grupos funcionales tróficos de los ecosistemas lóticos contribuye a una mejor comprensión del funcionamiento de tales sistemas (Cummins 1973). En efecto, las funciones ecológicas se pueden describir a través de atributos asociados a las especies que son capaces de reflejar su adaptación a las condiciones ambientales (Townsend y Hildrew 1994). La asignación de especies a grupos funcionales tróficos está basada sobre la asociación entre los mecanismos morfológicos y de comportamiento alimentario y el tipo de alimento ingerido, lo que permite agrupar a los insectos acuáticos en diferentes gremios y representar la dependencia de la comunidad lotica hacia recursos alimentario particulares, permitiendo detectar patrones de cambio que suceden a lo largo de un sistema lótico, desde la zona de cabecera hasta los tramos inferiores (Vannote *et al.* 1980).

Los insectos acuáticos, ejercen numerosas funciones relacionadas con la actividad biológica de las aguas corrientes, especialmente en el papel trófico (Bello y Cabrera 2001), es por esto que Giller y Malmqvist (1998) agruparon en seis gremios tróficos a estos organismos desde el punto de vista morfo-comportamental para obtener el alimento; denominándolos como fragmentadores, recolectores, raspadores, perforadores, depredadores y parásitos, lo que permite distinguir los grupos que ejecutan diferentes funciones al interior de los ecosistemas acuáticos, respecto al procesamiento de las distintas categorías de fuentes nutricionales (Merritt y Cummins 1996).

Los Ephemeroptera son un pequeño grupo de insectos en cuanto al número de géneros (375) y 3000 especies descritas en el ámbito mundial. Sin embargo, son un componente conspicuo del bentos en sus etapas inmaduras lo que le confiere su importancia en las cadenas alimenticias (Domínguez *et al.* 2006). Los Plecoptera también son un pequeño grupo, de los cuales se han descrito cerca de 3200 especies y se sabe que desempeñan un rol vital en la estructura y la producción secundaria de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (Sierra-Labastidas y Reyes-Picón 2005; Tamaris-Turizo *et al.* 2007; Stark *et al.* 2009; Tamarís-Turizo y Sierra-Labastidas 2009). Mientras que, los Trichoptera

son considerados los más importante debido a su diversidad, abundancia y distribución biogeográfica (Wiggins 1996). Tienen una marcada importancia en las cadenas tróficas, debido a la abundancia de algunas especies y por la variedad de nichos que ocupan las larvas. Los tres grupos se relacionan porque son típicos de aguas frías, limpias y muy oxigenadas y generalmente se encuentran en conjunto (Wiggins y Mackay 1978; Merritt y Cummins 1996; Stewart y Stark 2002; Muñoz-Quesada 2004).

En el Neotrópico, los estudios han sido enfocados principalmente en la taxonomía de los Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en comparación con estudios de aspectos ecológicos (Zúñiga *et al.* 2000, 2001) en especial los realizados en la Sierra Nevada de Santa Marta (Zúñiga *et al.* 2000; Grimaldo 2001; Serna 2003; Zúñiga 2004). Por lo tanto, con este estudio se pretende ampliar en el conocimiento de los aspectos tróficos (dieta y hábitos) de algunos grupos representativos de la entomofauna acuática bentónica en la parte media del río Gaira, lo cual tiene gran importancia ya que permite analizar la estabilidad de un río, la integración de la dinámica de la materia orgánica y el procesamiento de los nutrientes con las interacciones dentro de la comunidad (Muñoz *et al.* 2009).

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Ecosistemas lóticos

La corriente del agua de este tipo de ecosistemas siempre tiene un flujo unidireccional; su caudal, la cantidad de agua transportada en unidades de tiempo no permanece constante a lo largo del año, el movimiento del agua puede deberse a descargas de los lagos y estanques, al escurrimiento de las aguas de deshielo, o a partir de manantiales, en los que de modo natural, fluye un caudal apreciable de agua a partir de aguas subterráneas (acuífero) hacia el lecho húmedo de las corrientes de agua, el cual puede aumentar o disminuir en su tamaño (ancho) a lo largo del canal (Giller y Malmqvist 1998).

En los sistemas lóticos podemos encontrar hábitats con asociaciones de organismos, los cuales son muy diversos, como lo es el microhábitat hojarasca; que no es más que aquel material vegetal muerto (hojas, ramas, semillas, flores, etc.) que se deposita o queda atrapado entre piedras o troncos. Otro microhábitat es la grava; denominado así por presentar rocas de tamaño comprendido entre 0.2 y 5 cm (Cole 1988). Los macroinvertebrados acuáticos que hacen parte de los organismos presentes es éstos microhábitats, son llamados así porque son observables a simple vista y comprenden un tamaño de por lo menos 500µm; siendo los insectos los más representativos de éste gran grupo y de gran importancia en el flujo de la energía en los ecosistemas dulceacuícolas (Merritt y Cummins 1996; Bello y Cabrera 2001).

3.2 Macroinvertebrados acuáticos y sus funciones tróficas

Los organismos en un ecosistema cumplen una función denominada nicho, termino empleado para entender las condiciones y recursos necesarios por un individuo a favor de su modo de vida (Odum 1969). Asimismo, el conjunto de especies que se agrupan por su parecido en la explotación de los recursos disponibles es denominado gremio (Root 1967). En efecto, Giller y Malmqvist (1998) agruparon en seis gremios tróficos a los macroinvertebrados acuáticos tales como: fragmentadores, los cuales se alimentan masticando fragmentos de

hojas, madera y plantas acuáticas vivas; recolectores, quienes ingieren materia orgánica particulada fina, que toman del sustrato o filtran de la columna de agua; raspadores, que comen algas que raspan de superficies minerales, orgánicas u otro material asociado a las algas; perforadores, que se alimentan de células y tejido de plantas vivas, y su mecanismo de alimentación es la perforación de macrófitas y la succión de fluidos; y por último los depredadores y parásitos quienes se alimentan de otros animales.

3.3 Organismos de estudio

3.3.1 Orden Ephemeroptera

Los Ephemeroptera son considerados un pequeño orden en cuanto al número de géneros y especies descritas en el ámbito mundial. Sin embargo, son conspicuos componentes del bentos en sus etapas inmaduras, en cuyos estadios son exclusivamente acuáticos, mientras que los adultos son aéreos y de corta vida extendidos a unas pocas horas. Cuenta con 300 géneros y cerca de 4000 especies. La mayoría de las especies son endémicas de América del sur, siendo Brasil y Argentina los países con el mayor número de taxones registrados, seguidos por Perú y Chile (*Domínguez et al.* 2009). Este grupo vive por lo general en aguas corrientes limpias y bien oxigenadas, aunque algunas especies parecen resistir ciertos grados de contaminación. Las ninfas se encuentran generalmente adheridas a rocas, troncos, hojas o vegetación sumergida; y otras se encuentran enterradas en fondos lodosos y arenosos (Roldán 1992; Merritt y Cummins 1996).

3.3.2 Orden Plecoptera

Los Plecoptera se consideran un pequeño grupo de insectos acuáticos, de los cuales se han descrito en el mundo cerca de 3200 especies hasta la fecha, en 16 familias y 286 géneros. En América del sur existen seis familias, 47 géneros y cerca de 460 especies. Todos los géneros sudamericanos son endémicos con la excepción *Anacroneuria* (Perlidae), debido a que se distribuyen en todos los continentes excepto la Antártida (Stark *et al.* 2009; Froehlich 2009).

3.3.3 Orden Trichoptera

El orden Trichoptera, cuyas larvas (estado inmaduro) son generalmente acuáticas y se encuentran comúnmente en ríos, riachuelos, cascadas y lagos. Es considerado el orden más importante de insectos acuáticos por la diversidad, abundancia y distribución biogeográfica de sus especies, las cuales superan las 13.000 en todo el mundo y que para América del Sur se encuentran cerca de 1.350 (Angrisano 2001; Angrisano y Sganga 2009). Las larvas son acuáticas y viven en refugios fijos o transportables elaborados con seda; los adultos son alados y tienen aspectos de polillas de antenas largas y poco llamativos. Se encuentran presentes en los ecosistemas acuáticos de todas las regiones biogeográficas excepto en la Antártida, desempeñando varias funciones tróficas fundamentales en dichos ecosistemas (Wiggins y Mackay 1978; Merritt y Cummins 1996; Muñoz-Quesada 2000).

4. ANTECEDENTES

La ecología trófica de insectos acuáticos ha sido ampliamente estudiada en el Hemisferio Norte, (Benke 1980; Malmqvist 1993; Merritt y Cummins 1996; Riaño *et al.* 1997; Teslenko 1997; Grant 2001). En contraste, es poco lo que se conoce de hábitos alimentarios de insectos acuáticos de la Zona Neotropical. (Winterbourn *et al.* 1994; Yule 1996; Chará *et al.* *En prensa*). La mayoría de los estudios realizados en el trópico respecto a los Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, se han enfocado a la taxonomía y la ecología, y apenas iniciándose en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) debido a los escasos estudios realizados (Zúñiga *et al.* 2000, 2001; Grimaldo 2001; Serna 2003).

Entre los estudios de ecología trófica del hemisferio sur se encuentran los aportes de Motta y Uieda (2004) quienes analizaron la dieta de una comunidad de insectos acuáticos en un sistema lótico en Brasil en los que incluye a los Ephemeroptera como detritívoros, Plecoptera como raspadores de perifiton y a los Trichoptera entre diferentes grupos tróficos, tales como depredadores, detritívoros y raspadores. Los trabajos de Oliveira (1997) y Dorvillé y Froehlich (2001) registran a *Kempnyia tijucana* (Plecoptera: Perlidae) dentro del grupo de los depredadores, reportan una gran variedad de alimentos de las ninfas analizadas.

En Bolivia, Tomanova *et al.* (2006) analizaron y categorizaron los grupos funcionales de cuatro ríos donde se registran a los Plecoptera como depredadores, Ephemeroptera como Raspadores-Recolectores y a los Trichoptera como Recolectores-Raspadores, en tanto que en Argentina se resalta el trabajo de Gil *et al.* (2006) quienes estudiaron los hábitos alimentarios de la especie *Polycentropus joergenseni* (Trichoptera: Polycentropodidae) registrando a esta especie como Recolector-Filtrador aunque la dieta encontrada presentó una gran variedad de alimentos. Otros trabajos realizados también en Argentina son los de Reynaga 2009, en el que se evaluó los hábitos alimentarios únicamente en larvas de Trichoptera, reportándolos en siete grupos dietarios. Así mismo, el estudio de Reynaga y Rueda (2010) quien analizó la dieta de dos especies del género *Atopsyche* (Trichoptera:

Hydrobiosidae) asignándolas al gremio depredadores aunque con una dieta variada. En Venezuela, Gamboa *et al.* 2009 analizaron la dieta de cuatro especies de *Anacroneuria* (Plecoptera) encontrando un solapamiento de nicho entre si y asignándolas al grupo de los depredadores.

En Colombia, Chará *et al* (En prensa) realizó una caracterización a nivel trófico de la entomofauna presente en paquetes de hojarasca de varias Quebradas en Risaralda, donde registraron a los Ephemeroptera como recolectores; los Plecoptera como depredadores y los Trichoptera como fragmentadores. En tanto, Rincón (2002), aporta información sobre las preferencias por microhábitat de los Plecoptera particularmente del género *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) en el trópico Colombiano. Aunque para la Sierra Nevada de Santa Marta, solo se han realizado tres estudios sobre aspectos tróficos; dos de los cuales incluyen únicamente a los Plecoptera (Sierra-Labastidas y Reyes-Picón 2005; Tamaris-Turizo *et al.* 2007) observando un habito de depredación; Guzmán-Soto y Tamaris-Turizo (2009), adicionan a los géneros *Lachlania* (Ephemeroptera: Oligoneuriidae) como recolector y a *Leptonema* (Trichoptera: Hydropsychidae) como Fragmentador.

Cantillo (2003) estudió algunos aspectos ecológicos no tróficos de los Ephemeroptera, encontrando que algunas familias del grupo muestran diferentes abundancias en número de individuos. Finalmente, en cuanto a los Trichoptera, Serna (2003) trabajó aspectos taxonómicos y ecológicos de este orden en un gradiente altitudinal.

5. JUSTIFICACIÓN

Los ríos de la SNSM, son de gran importancia ya que son una de las principales fuentes de agua potable y de uso agrícola, siendo el río Gaira de fácil acceso y uno de los tres ríos más importantes para Santa Marta como abastecedor de agua para consumo doméstico (ProSierra 1998). En sistemas de aguas corrientes, los insectos acuáticos en particular los Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera constituyen un grupo importante debido a sus altas abundancias y sensibilidad a cambios en las condiciones de la calidad del agua. Además, de presentar una susceptibilidad al enriquecimiento de materia orgánica residual y al déficit de oxígeno, aspecto que en Colombia la mayoría de trabajos relacionan en estudios de comunidades bentónicas como base para la utilización de diferentes índices bióticos para una interpretación de los impactos de contaminación ocasionan sobre los cuerpos de agua; pero desligados de estudios de ecología trófica de estos mismos, los cuales son un complemento en el análisis de la dinámica de los cuerpos hídricos de manera eficaz (Roldán 1992; Ballesteros 2003; Díaz *et al.* 2009).

El conocimiento de las relaciones tróficas que se dan en un ecosistema es necesario para entender su funcionamiento, y permite además de analizar su estabilidad, integrar la dinámica de la materia orgánica y el procesado de los nutrientes con las interacciones dentro de su comunidad. Los insectos acuáticos representan un componente notable de la fauna de los ecosistemas fluviales a los cuales se han adaptado exitosamente por las características que estos sistemas presentan, de estos organismos la dieta y los hábitos alimentarios pueden estar relacionados con la preferencia por un microhábitat y su comportamiento, influenciado así sobre el flujo de la energía en el ecosistema dependiendo de la época y latitud (Elosegi y Sabater 2009), lo cual ha sido poco estudiado en la región Neotropical.

Actualmente, no se conocen muchos trabajos realizados en los ríos de la SNSM que permitan plantear estrategias de conservación y buen uso del mismo desde esta perspectiva, sino desde la integridad biológica a nivel macro (Rueda-Delgado *et al.* 2005). Por lo anterior, es importante conocer la función

trófica de principales grupos de insectos acuáticos, debido al papel que cumplen cada uno en el flujo de la energía del sistema (Roldán 1996; Muñoz-Quesada 2004).

Este proyecto fue financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad del Magdalena, aprobado en la primera convocatoria del Programa de Semilleros de Investigación de 2009 y avalado por el Grupo de Investigación en Limnología Neotropical.

6. OBJETIVOS

6.1 General

Evaluar el papel trófico de organismos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera presentes en la parte media del río Gaira, SNSM.

6.2 Específicos

- Describir el contenido estomacal de organismos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera presentes en la parte media del río Gaira.
- Cuantificar la dieta de organismos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera presentes en la parte media del río Gaira
- Identificar los gremios tróficos a los que pertenecen los organismos inmaduros analizados de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera presentes en la parte media del río Gaira.

7. MÉTODOS

7.1 Área de estudio

El río Gaira tiene una longitud aproximada de 32.53 km aproximadamente y se extiende entre los $11^{\circ}07'44.2''\text{N}$ y $74^{\circ}05'35.8''\text{W}$ (Frayter *et al.* 2000). El sector de Honduras; sitio de los muestreos se ubica en la parte media del río a 900 msnm y ubicada en la Hacienda La Victoria, situada entre los $11^{\circ}07'44.2''\text{N}$ y $74^{\circ}05'35.8''\text{W}$. El sector se caracteriza por presentar una temperatura ambiente promedio multianual de 15°C . En el bosque ribereño dominan especies en el estrato arbóreo superior ($> 24\text{m}$), con entrelazamiento de las copas de los mismos, dando como resultado una cobertura cerrada del dosel. El cauce del río en esta zona se caracteriza por poseer corrientes rápidas y ser un sistema pedregoso encontrándose especies de macrófitas pertenecientes a la familia Podostemaceae (Grimaldo, 2001; Rueda-Delgado *et al.* 2005).

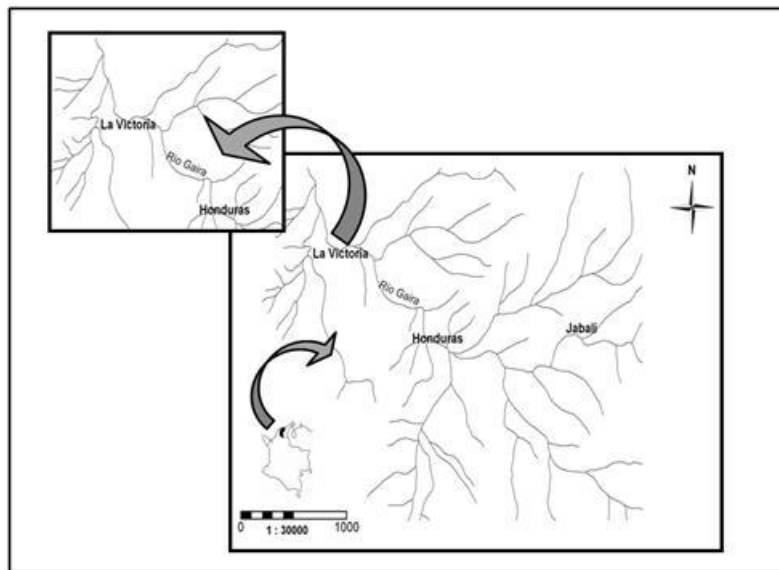


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, parte media del río Gaira, Hacienda La Victoria (Sector Honduras). 900 msnm $11^{\circ}07'44.2''\text{N}$ y $74^{\circ}05'35.8''\text{W}$. Modificado de Sierra-Labastidas y Reyes-Picón 2005.



Figura 2. Tramo medio del río Gaira, Hacienda La Victoria, sector de Honduras. Bajo condiciones de precipitaciones bajas.

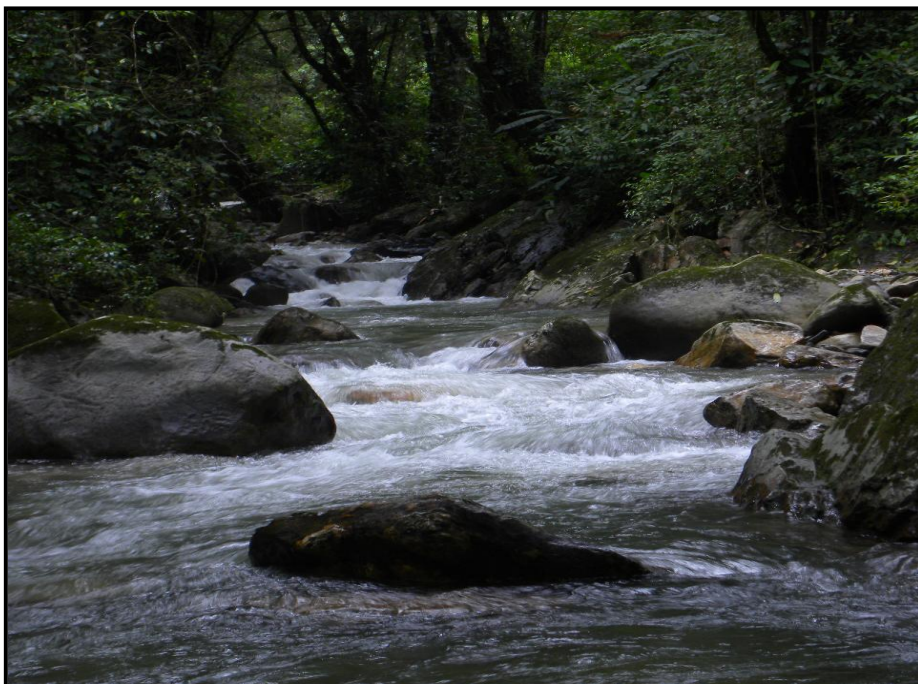


Figura 3. Tramo medio del río Gaira, Hacienda La Victoria, sector de Honduras. Bajo condiciones de precipitaciones altas.

Tabla 1. Características físicas y químicas del tramo medio del río Gaira, durante los muestreos realizados entre abril y diciembre de 2010.

	Abril y Junio			Agosto y Diciembre		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
<i>Variables Hidrológicas</i>						
Caudal ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)	0,24	0,31	0,14	1,45	3,04	0,54
Amplitud del cauce (m)	5,11	6,46	3,75	6,08	7,15	5,00
Profundidad media (m)	0,14	0,19	0,09	0,17	0,23	0,11
<i>Variables Fisicoquímicas</i>						
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	16,50	16,70	16,30	19,30	19,50	19,10
pH	6,85	6,90	6,80	7,73	7,80	7,65
Oxígeno (mg /L)	4,25	4,27	4,23	7,93	8,06	7,80
NH_4^+ (μg /L)	0,36	0,37	0,35	4,24	4,26	4,21
NO_2^- (μg /L)	1,77	2,21	1,32	1,32	1,32	1,25
NO_3^- (μg /L)	0,61	0,62	0,59	1,25	2,18	0,32
PO_4^- (μg /L)	3,62	5,49	1,75	3,34	3,34	2,45
<i>Variables biológicas</i>						
Clorofila a (mg cm^{-2})	2,71	2,87	2,54	1,56	1,60	1,51
<i>Tipo de sustrato (% de cobertura)</i>						
Hojarasca	7,50	8,20	0,00	10,80	16,8	8,00
Piedra	18,00	22,00	15,00	18,70	36,00	8,00
Grava	50,00	72,00	28,00	39,70	75,20	18,40
Arena-Sedimento	24,50	48,00	1,00	30,80	41,6	23,20

7.2 Fase de campo

Se realizaron cuatro muestreos en los meses de abril, junio, agosto y diciembre de 2010. En cada muestreo realizado se recolectaron cuatro muestras en un recorrido de 100 m aguas arriba (Darrigan *et al.* 2007); correspondientes al microhábitat hojarasca para un total de 16 muestras a analizar. Se tomó por paquete de hojarasca de manera manual en una bolsa doble calibre. Al extraer cada muestra de hojarasca se tomó la precaución de colocar una red de 200 μm de diámetro por ojo de malla; contracorriente para evitar la pérdida de organismos durante el lavado. Posteriormente, todos los organismos de las muestras fueron separados y fijados en etanol al 96% y rotulados en viales de vidrio y trasladados al laboratorio (Roldán 1996; Darrigan *et al.* 2007).

7.3 Fase de laboratorio

7.3.1 Identificación de las muestras

Los macroinvertebrados fueron examinados bajo un estereoscopio Nikon SMZ645 y con la ayuda de un microscopio Nikon YS100 e identificados hasta nivel de género con las claves taxonómicas y guías de: Merritt y Cummins (1996), Fernández y Domínguez (2001), Domínguez y Fernández (2009), Stark *et al.* (2009), Domínguez *et al.* (2006), Posada-García y Roldán-Pérez (2003), Oliveira *et al.* (2005) y Wiggins (1996).

7.3.2 Análisis del contenido estomacal

Empleando la técnica propuesta por Tomanova *et al.* (2006) se analizaron tractos digestivos de organismos de tamaño promedio según el género (Anexo 1). Se extrajo el tracto digestivo de 1-10 individuos de tamaño promedio por muestra de cada taxón, los cuales fueron combinados y homogeneizados en glicerina sobre una lámina de vidrio (porta objeto), y luego se observó bajo un microscopio 20 campos oculares de manera aleatoria, posteriormente se determinó el área relativa promedio de cada ítem alimentario observado en los campos fotografiados, por último se describió y cuantificó en términos de porcentaje que ocupaba cada ítem en el tracto digestivo, usando la cámara fotográfica ajustada al microscopio y el Software ProgRes 2.7 para realizar las mediciones en términos de área (μm^2).

A los organismos de cada uno de los géneros analizados se les midió la longitud total (LT) del cuerpo (Tabla 2) que comprendió desde el ápice de la cabeza hasta el ápice del abdomen, para describir el perfil dietario correspondiente (Reynaga 2009).

Se identificaron seis ítems alimentarios, en el contenido estomacal de los individuos evaluados. La categorización de los ítems se realizó teniendo en cuenta los tipos de organismos o material observado tales como: Tejido de Restos Animales, Tejido de Plantas Vasculares, Microalgas, Hongos, Materia Orgánica Particulada Gruesa y Materia Orgánica Particulada Fina. Los gremios

tróficos fueron clasificados según el ítem con mayor proporción promedio (Merritt y Cummins 1996) siguiendo los criterios de Guiller y Malmqvist (1998) (Tabla 2).

7.4 Análisis estadístico

Para conocer los hábitos alimentarios se procedió a realizar un análisis de componentes principales (ACP) describiéndose a partir de los ítems más frecuentes por taxón, que permite describir el comportamiento de las variables a analizar y su variación en componentes que por medio de un grafico se puede representar la dispersión de las variables independientes (taxones) respecto a las variables dependientes (categorías alimentarias) para este caso (Legendre y Legendre 1998). A partir de la matriz de datos porcentuales se construyó una matriz de distancia euclidiana entre los géneros; previa transformación de los datos a *Arcoseno* — ya que se trata de datos de tipo porcentual (%) (Sokal y Rohlf 1995), la cual fue graficada mediante un *clúster* utilizando el método de clasificación UPGMA por sus siglas en inglés Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic averages (Sneath y Sokal 1973) sugerida para este tipo de análisis trófico (Wantzen y Rueda 2009). Para comprobar la diferencia estadística entre géneros agrupados por el análisis de clasificación con una distancia mínima de 0.5 como valor crítico de formación de grupos (Clarke y Gorley 2005) se realizó un NPMANOVA (Anova Multivariada no paramétrica), ésta es una prueba no paramétrica de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre dos o más grupos, sobre la base de una medida de distancia euclidiana, como en este caso (Anderson 2001). Los análisis efectuados se realizaron mediante el Software PRIMER® Versión DEMO (6.1.2) – *Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research* (Clarke y Gorley 2005) y PAST Versión Libre.

8. RESULTADOS

En total se recolectaron 870 individuos de los cuales 558 pertenecen a los tres grupos de estudio y 312 organismos a la fauna acompañante (Anexo 2). La distribución de las muestras se presentó de la siguiente manera:

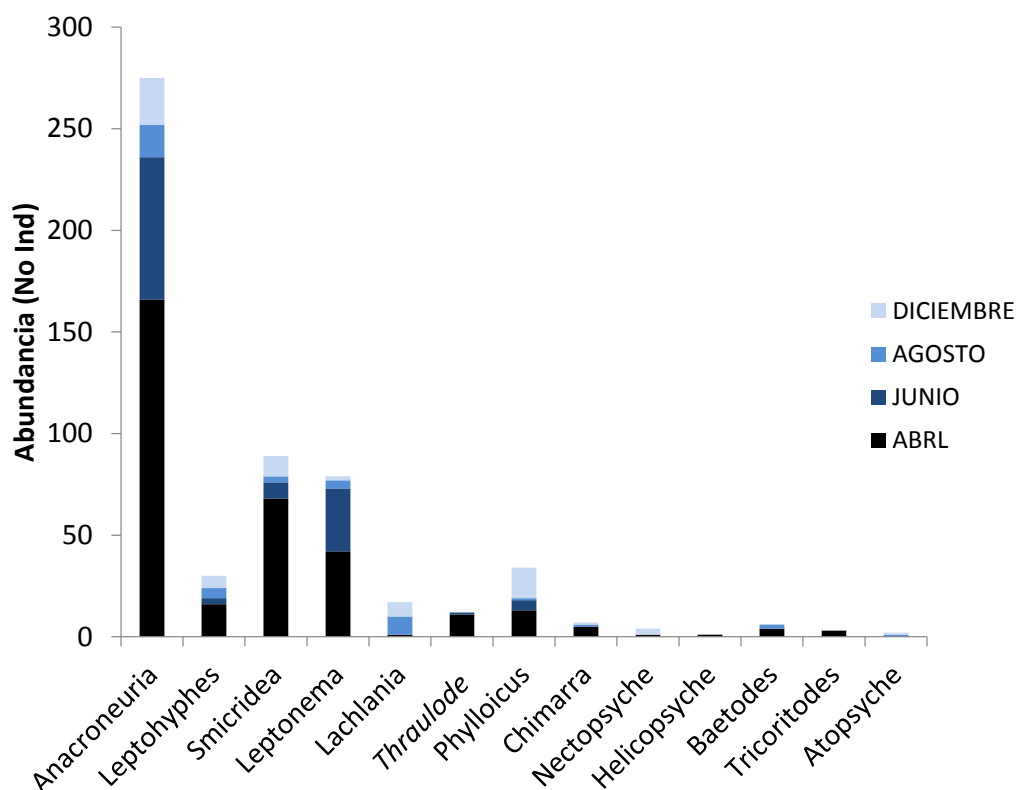


Figura 4. Abundancia de los géneros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera durante los meses de Abril, Junio, Agosto y Diciembre de 2010 en la parte media del río Gaira.

Se recolectaron 68 individuos del orden Ephemeroptera; siendo *Leptohyphes* (Leptophlebiidae) el género el más abundante con 30 organismos seguido de *Lachlania* (Oligoneuridae), con 17; *Thraulodes* (Leptophlebiidae) con 12; *Baetodes* (Baetidae) 6 y por último del género *Tricorythodes* (Leptohyphidae) con 3 individuos. Mientras que de los Plecoptera solo se registró el género *Anacroneuria* (Perlidae), este grupo fue el más abundante representado por 275 individuos, (cerca del 50% de la abundancia de los tres grupos en conjunto durante todo el estudio). Por último, de los Trichoptera se encontró que el género más abundante fue *Smicridea* (Hydropsychidae) con 89 individuos

seguido de *Leptonema* (Hydropsychidae) con 79. *Phylloicus* (Calamoceratidae) presentó una abundancia de 34 organismos, mientras que *Chimarra* (Philopotamidae), *Nectopsyche* (Leptoceridae) y *Atopsyche* (Hydrobiosidae) presentaron las más bajas abundancias con 7, 4 y 2 individuos respectivamente en todo el estudio. Del género *Helicopsyche* (Helichopsychidae) se encontró solo un ejemplar en total (Figura 4).

8.1 Composición de las dietas

Se analizó el contenido estomacal de 100 organismos distribuidos en 10 géneros de los 13 recolectados y pertenecientes a los tres grupos de interés, ya que algunos individuos no presentaron contenido en su tracto digestivo; tales como *Helicopsyche* (Helichopsychidae), *Nectopsyche* (Leptoceridae) y *Tricorythodes* (Leptohyphidae). Se identificaron en total seis ítems alimentarios y abreviados como: Tejido de Restos Animales (RA, Figura 5) constituido por otros organismos en el contenido estomacal o parte de ellos, Tejido de Plantas Vasculares (TPV, Figura 6) fracciones de hojas u otras partes de plantas vasculares; Microalgas (MA, Figura 7) algas microscópicas principalmente diatomeas fueron las encontradas en algunos de los tractos digestivos, Hongos (HN, Figura 8) principalmente hifas de hongos, Materia Orgánica Particulada Gruesa (MOPG, Figura 9); Materia Orgánica Particulada Fina (MOPF, Figura 10) estas dos últimas categorías consistieron en el detrito no identificable pero que en promedio tenían un rango de talla de 90µ a 1mm y <90 µ respectivamente.

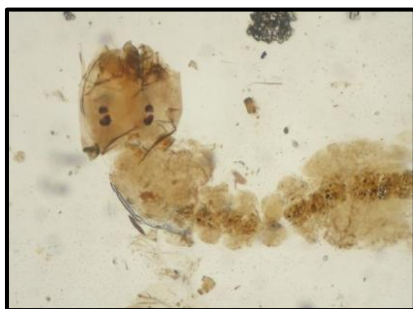


Figura 5. Restos animales, *Simulium* (Diptera: Simuliidae:) encontrado en el intestino de *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) (40x).

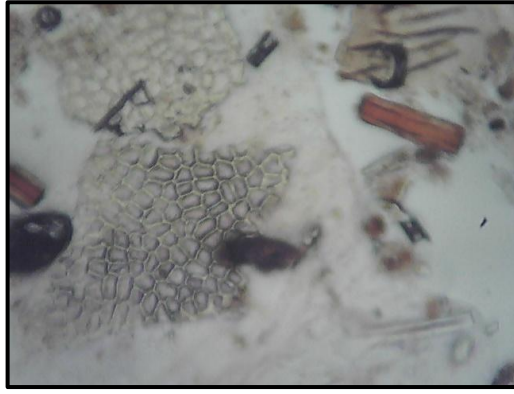


Figura 6. Tejido de Plantas Vasculares encontrado en el intestino de *Leptonema* (Trichoptera: Hydropsychidae) (10x).



Figura 7. Microalga, *Surirella* (Surirellales: Surirellaceae) encontrada en el intestino de *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) (40X)

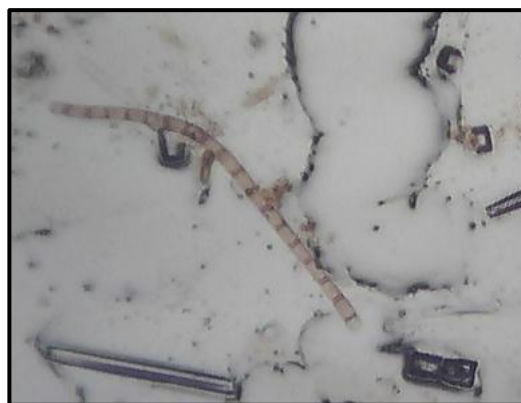


Figura 8. Hongo (Hifa) encontrado en el intestino de *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) (40X)

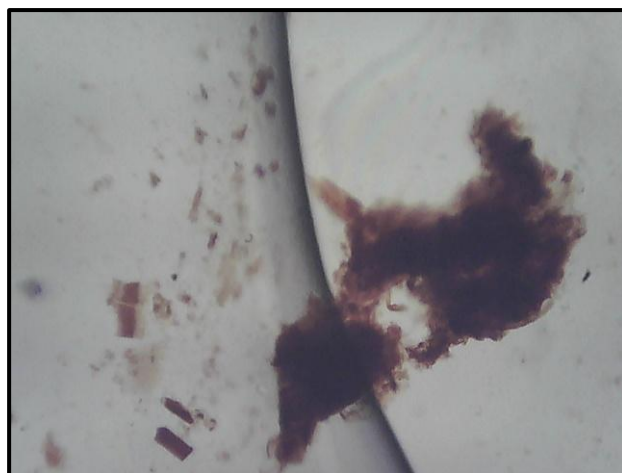


Figura 9. Materia orgánica particulada gruesa (MOPG) encontrada en el intestino de *Leptonema* (Trichoptera: Hydropsychidae) (40x).

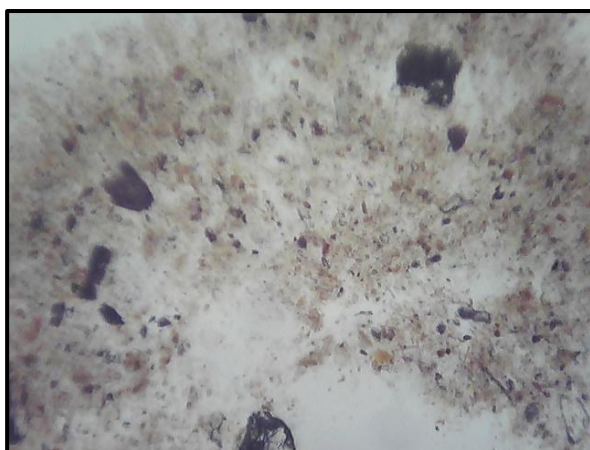


Figura 10. Materia Orgánica Particulada Fina (MOPF) encontrada en el intestino de *Lachlania* (Ephemeroptera: Oligoneuriidae) (40x).

En términos de proporciones promedio, se observó que MOPF, MOPG y MA fueron los ítems alimentarios encontrados en todos los géneros analizados. Aunque, MOPF presentó una mayor cantidad porcentual promedio que MOPG y MA en total. El ítem TPV después de MOPG, fue el tercer recurso alimentario utilizado entre los grupos evaluado, continuando con RA aunque se presentó en proporciones más bajas dentro de la mayoría de los taxones estudiados y por último HN fue la categoría con menor proporción observada entre los géneros evaluados (Figura 11 y Tabla 2).

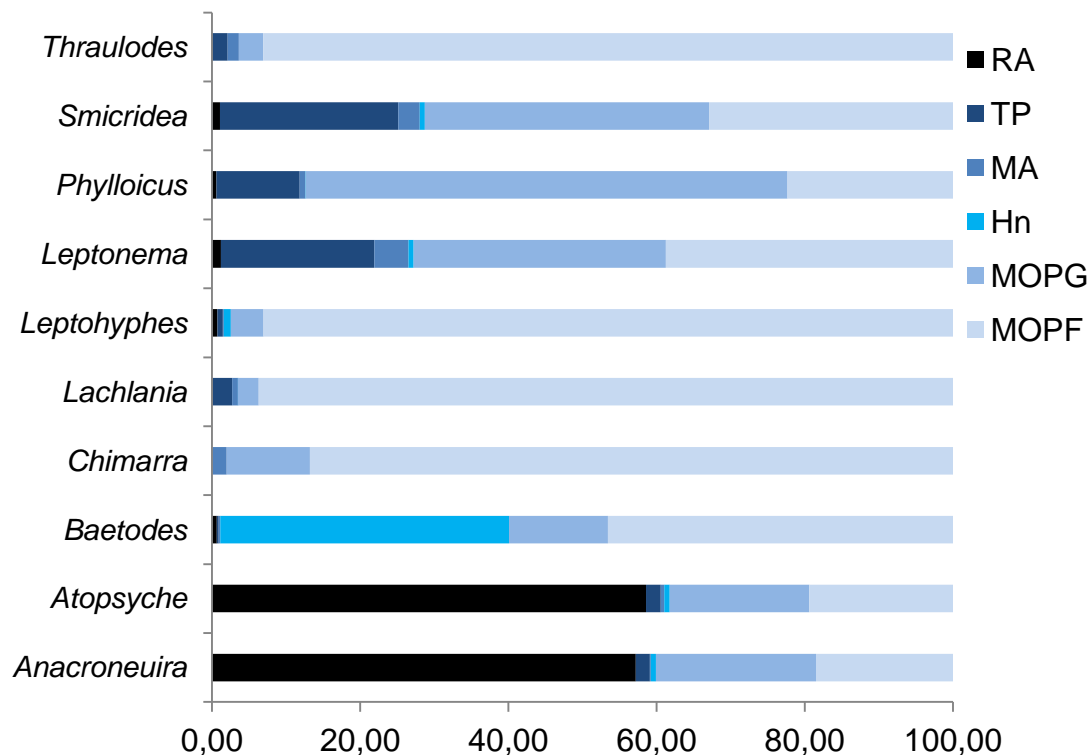


Figura 11. Porcentaje promedio de cada tipo de alimento en organismos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media del Río Gaira, SNSM. Durante los meses de muestreo Abril, Junio, Agosto y Diciembre.

Lachlania (Oligoneuriidae), fue el género con mayor cantidad promedio de MOPF observada (93.73%) seguido de los géneros *Thraulodes* y *Leptohyphes* (Leptophlebiidae) con proporciones similares (93.13% y 93.08% respectivamente), continuando *Chimarra* (Philopotamidae) con un valor promedio de 86.82%. Otros géneros con presencia de MOPF en su contenido estomacal; pero con menor cantidad fueron *Baetodes* (Baetidae), *Leptonema*, *Smicridea* (Hydropsychidae) y *Phylloicus* (Calamoceratidae) que presentaron valores promedio de 46.56%, 38.77%, 32.91% y 22.32%, respectivamente. Éstos últimos géneros también presentaron valores promedio >30% de MOPG desde 34.02%; 38.39% hasta 65.04% respectivamente, excepto *Baetodes* (Baetidae) con 13.38% de MOPG pero con 38.97% de HN (Tabla 2).

Atopsyche y *Anacroneuria* fueron los géneros que presentaron RA como ítem principal en su dieta con proporciones promedio >50%. Mientras el primero

presentó un 58.56% en el segundo se registró 57.20%. Por otro lado, en las larvas del género *Leptonema*, se observó que la dieta está compuesta principalmente por MOPF (38,77%) seguido de MOPG (34.02%) y TPV (20.67%) pero, estos dos últimos en conjunto representan más del 50% promedio de la dieta. En las larvas de los géneros *Phylloicus* y *Smicridea* se observó que MOPG fue el ítem principal con valores promedio de 65.04% y 38.39% respectivamente, seguido del ítem MOPF con proporciones promedio de 22.32% y 32.91% respectivamente, en estos dos géneros evaluados el ítem TPV presentó proporciones promedio de 11.26% y 24.05% respectivamente. (Tabla 2).

Tabla 2. Composición porcentual de la dieta y medidas promedio de las tallas corporales de los diez géneros evaluados de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media del Río Gaira. Los ítems alimentarios se clasificaron en: Restos animales (RA), Tejido de planta vascular (TPV), Microalgas (MA), Hongos (HN), Detritos gruesos de 90 µm a 1 mm (MOPG) y Detritos finos < 90 µm (MOPF). También se presenta la desviación estándar (DE) de cada una de las categorías alimentarias en cada género evaluado. Para las tallas corporales se tuvo en cuenta la medición de la Longitud total (LT) expresada en mm, Al igual que la desviación estándar (DE).

Género	No Ind analizados	LT (mm)±DE	RA	DE	TPV	DE	MA	DE	HN	DE	MOPG	DE	MOPF	DE
<i>Anacroneuria</i>	36	6.13±0.88	57,20	22,85	1,86	3,44	0,17	0,20	0,67	1,25	21,58	15,19	18,51	26,87
<i>Atopsyche</i>	2	8.57±1.91	58,56	8,99	1,97	4,95	0,48	0,39	0,75	1,03	18,82	6,89	19,42	8,89
<i>Baetodes</i>	5	3.5±0.53	0,63	0,58	0,27	0,16	0,19	0,40	38,97	4,53	13,38	4,65	46,56	6,33
<i>Chimarra</i>	5	4.53±1.97	0,00	0,00	0,00	0,00	1,99	0,28	0,00	0,00	11,19	0,79	86,82	1,03
<i>Lachlania</i>	10	13.16±1.89	0,02	0,06	2,66	4,01	0,78	0,69	0,01	0,02	2,80	1,70	93,73	2,68
<i>Leptohyphes</i>	13	4.08±0.98	0,73	1,92	0,73	1,21	0,13	0,20	0,95	2,51	4,39	5,47	93,08	7,63
<i>Thraulodes</i>	6	6.88±1.05	0,00	0,00	2,09	1,11	1,51	0,68	0,00	0,00	3,27	2,72	93,13	2,11
<i>Phylloicus</i>	8	13.73±1.79	0,57	1,12	11,26	14,78	0,78	1,57	0,02	0,07	65,04	21,15	22,32	10,41
<i>Smicridea</i>	7	15.71±1.22	1,07	1,80	24,05	15,21	2,91	1,91	0,67	0,96	38,39	15,82	32,91	17,41
<i>Leptonema</i>	8	16.38±1.59	1,19	1,11	20,67	8,96	4,66	3,83	0,68	1,80	34,02	16,82	38,77	15,10

8.2 Descripción de los hábitos alimentarios

El análisis de componentes principales efectuado a partir de las variables listadas en la tabla 2, arrojó como resultados los componentes 1 y 2, que describen el 59.66% y el 26.49 % de la variación de los datos respectivamente para un total de 85.15%.

La distinción de los géneros a lo largo del eje del primer componente (Eje x), está explicada primordialmente por la proporción de MOPF y RA. A medida que se avanza del lado negativo hacia el positivo el porcentaje de MOPF disminuye y el de RA aumenta. En el eje del segundo componente (Eje y), la distribución de los taxones está determinada por la proporción de TPV y MOPG al lado positivo, y MOPF fundamentalmente al lado negativo seguido de RA. En este caso, a medida que se avanza al lado positivo del eje y la proporción de TPV y MOPG también aumenta y se reduce MOPF y RA (Figura 12).

De esta manera se separan claramente los géneros *Anacroneuria* (Perlidae) y *Atopsyche* (Hydrobiosidae) formando un único grupo que ingiere otros insectos (restos animales) relacionados con altas proporciones de RA en el primer componente. También se denota que *Phylloicus* (Calamoceratidae) *Smicridea* y *Leptonema* (Hydropsychidae) están relacionados con los ítem alimentarios TPV y MOPG. Mientras que el género *Baetodes* (Baetidae) se relaciona con MOPF. Finalmente, los géneros *Thraulodes* (Leptophlebiidae), *Lachlania* (Oligoneuriidae), *Chimarra* (Philopotamidae) y *Leptohyphes* (Leptohyphidae) se dispersan hacia donde incrementa los valores de la variable MOPF (Figura 12).

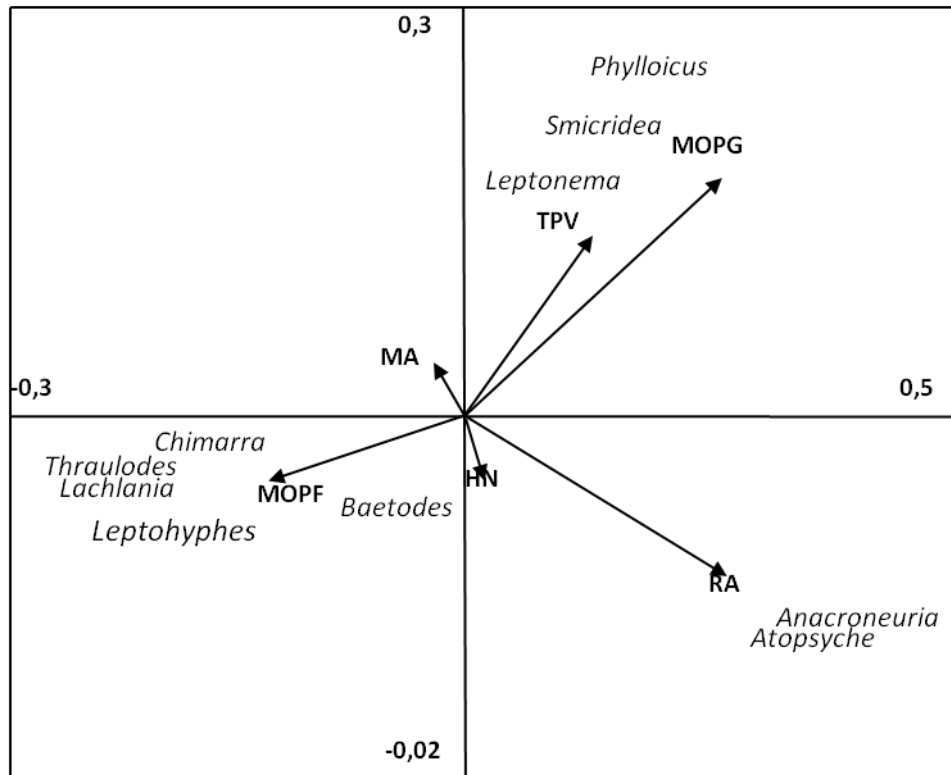


Figura 12. Análisis de componentes principales (ACP) de 10 géneros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera presentes en la parte media del río Gaira, obtenido sobre la base de los ítems alimentarios identificados en organismos inmaduros evaluados.

8.3 Clasificación trófica

La clasificación de los grupos dietarios de los géneros se realizó teniendo en cuenta la matriz de distancia euclidiana previa transformación de los datos de las proporciones porcentuales promedio del contenido estomacal de las larvas, con el fin de realizar el análisis de clasificación por grupo dietario y reconocer a que gremio pertenecen los organismos de los géneros evaluados de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. El análisis de clasificación de los géneros evaluados, permitió reconocer cuatro grupos que se agrupan a una distancia euclidiana mínima de 0.5 (Figura 13) los cuales están determinados fundamentalmente por los ítems alimentarios identificados como lo representa en el ACP (Figura 12).

Los géneros se distribuyen en grupos definidos como: Grupo A: conformado por *Phylloicus*, *Smicridea* y *Leptonema*; siendo MOPG el ítem con la mayor proporción promedio para cada uno entre las demás categorías alimentarias. El Grupo B está compuesto por *Thraulodes* (Leptophlebiidae), *Lachlania* (Oligoneuridae), *Chimarra*, y *Leptohyphes*; de los cuales su principal ítem alimentario es MOPF en proporciones promedio mayores al >80%. Grupo C, en el que solo se encuentra *Baetodes* (Baetidae), con MOPF como principal ítem pero <50% y el Grupo D conformado por los géneros *Anacroneuria* y *Atopsyche*, géneros cuyo principal ítem alimentario (>50%) es RA (Figura 13 y Tabla 2) lo que coincide con el ACP el cual permite describir la afinidad de cada género por los recursos alimentarios categorizados de mayor proporción en el contenido estomacal respetivamente (Figura 12).

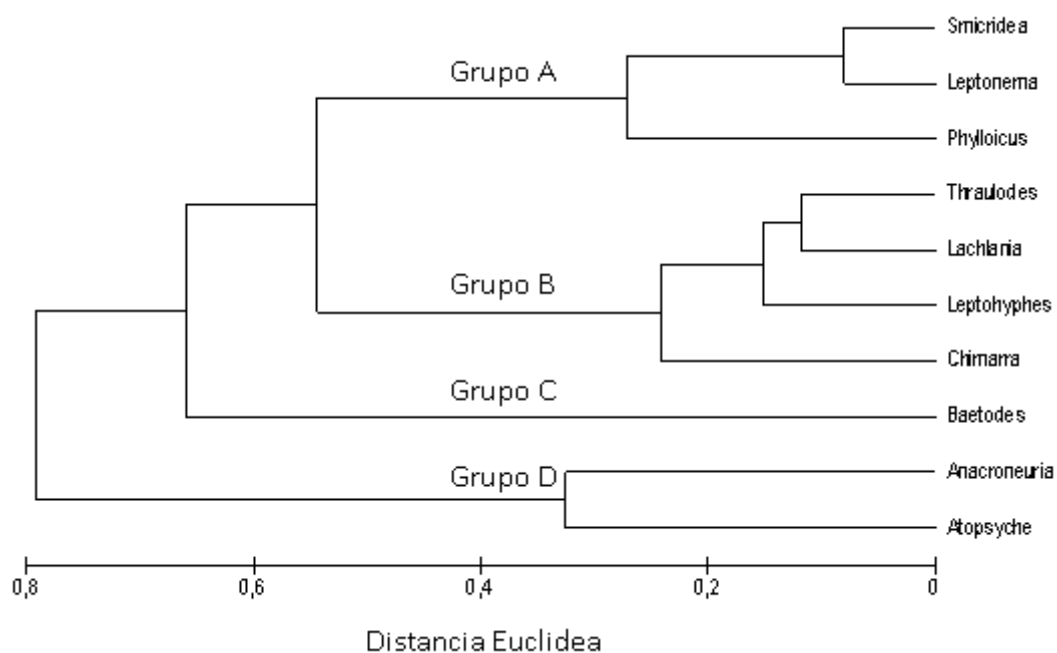


Figura 13. Clasificación trófica de los diez géneros evaluados basada en los resultados de la matriz de distancia euclidiana del contenido estomacal de organismos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media del Río Gaira, SNSM.

La asignación de los taxones a algún gremio trófico se realizó teniendo en cuenta el ítem con mayor proporción promedio (según la afinidad por los recursos alimentarios). Para fragmentadores, se tuvo en cuenta la suma de los ítems MOPG y TPV, como también para los raspadores los ítems MA y HN (Merritt y Cummins 1996; Giller y Malmqvist 1998).

Los géneros *Smicridea*, *Leptonema* y *Phylloicus* son asignados, principalmente al gremio Fragmentador, y Recolectores de manera secundaria. Mientras que *Lachlania* (Oligoneuriidae), *Thraulodes* (Leptophlebiidae), *Leptohyphes* y *Chimarra* son asignados al gremio Recolectores. Pero, *Baetodes* (Baetidae) por presentar valores de MOPF y HN en mayores proporciones promedio que las demás categorías alimentarias es asignado principalmente como Recolector y como Raspador de manera secundaria. Finalmente, *Anacroneuria* (Perlidae) y *Atopsyche* (Hydrobiosidae) son categorizados como Depredadores (Tabla 2).

Tabla 3. Valores p del análisis NPMANOVA realizado para comparar los porcentajes de cada categoría alimentaria entre los géneros. Las diferencias significativas ($p < 0,05$) según la corrección de Bonferroni se presentan en negrilla.

	Ana	Ato	Bae	Chi	Lach	Leph	Lep	Phy	Smi	Thr
Ana		0,7665	0,0003	0,0001	0	0,0001	0	0	0	0,0001
Ato			0,0001	0	0	0	0	0	0	0
Bae				0,0027	0,0011	0,0009	0,0019	0,0012	0,0011	0,0019
Chi					0,0017	0,0055	0,0004	0,0004	0,0007	0,0021
Lach						0,3369	0,0002	0,0004	0,0005	0,7771
Leph							0,0008	0	0,0005	0,1449
Lep								0,0086	0,8697	0,0005
Phy									0,0293	0
Smi										0,0005
Thr										

La prueba NPMANOVA detectó algunas diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las dietas de los géneros (Tabla 3) permitiendo así, inferir el comportamiento de los perfiles tróficos de los taxones estudiados y comprobar su similitud para conformar el correspondiente grupo o la asignación secundaria.

Los géneros *Anacroneuria* (Perlidae) y *Atopsyche* (Hydrobiosidae) no presentaron diferencias significativas entre sí, lo que sugiere un perfil dietario similar. Pero en comparación con los demás taxones, la prueba si detectó diferencias significativas. Como también, el género *Baetodes* (Baetidae) el cual presentó diferencia significativa con todos los taxones evaluadas, evidenciándose la formación de un grupo conformado solo por éste género. Por otro lado, el análisis de comparación no detectó significativas entre los pares que conformarían *Lachlania* (Oligoneuridae), *Thraulodes* y *Leptohyphes* (Leptophlebiidae), por el contrario si detectó diferencia entre *Chimarra* (Philopotamidae) y todos los taxones restantes incluyendo a los Recolectores. Finalmente, entre las larvas de *Smicridea* y *Leptonema* (Hydropsychidae), la prueba no detectó diferencia, como si lo hizo entre *Phylloicus* (Calamoceratidae) y el resto de los taxones incluyendo a los Fragmentadores (Tabla 3).

Las diferencias entre *Phylloicus* (Trichoptera: Calamoceratidae) con *Smicridea* y *Leptonema* (Trichoptera: Hydropsychidae) parecen sugerir la separación en subgrupos, debido a que no hay similitud entre los perfiles dietarios de las larvas analizadas de estos tres taxones, ya que *Phylloicus* (Trichoptera: Calamoceratidae) presentó proporciones promedio de MOPG y MOPF mas altas que *Smicridea* y *Leptonema* (Trichoptera: Hydropsychidae) pero menores proporciones promedio de TPV. Así mismo, entre el grupo de los Recolectores, la prueba de NPMANOVA detectó diferencias significativas entre *Chimarra* (Trichoptera: Philopotamidae) con *Lachlania* (Ephemeroptera: Oligoneuriidae), *Thraulodes* y *Leptohyphes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae), siendo que en *Chimarra* se observó menor proporción promedio de MOPF, lo que puede evidenciar una mayor afinidad de los géneros restantes por el recurso en comparación (Tabla 2 y Tabla 3).

9. DISCUSIÓN

El comportamiento de las bajas abundancias de los organismos de estudio se pudo observar durante los muestreos (Figura 4), lo que coincidió con los aumentos de caudal del río en el tramo de estudio (Tabla 1), demostrando que cambios hidrológicos en los ecosistemas Neotropicales son un factor determinante en la composición y abundancias de los insectos acuáticos (Tamaris-Turizo *et al.* 2007; Rincón 1996, 2002).

En efecto, existe un gran número de características físicas de los ríos que actúan como factores controladores de los patrones de distribución de los macroinvertebrados bentónicos (Brooks *et al.* 2005; Fenoglio *et al.* 2007) y características de los sustratos, incluyendo su estructura física, contenido orgánico y estabilidad, que representan rasgos de gran importancia ecológica (Ward *et al.* 2002; Rivera-Usme *et al.* 2008). Se resalta principalmente el contenido MOPF en los intestinos evaluados en este estudio como lo fue el caso de MOPF y que de los seis ítems alimentarios identificados, éste fue el único que se presentó en todos los organismos analizados; hecho que concuerda con los resultados y estudios realizados por Palmer *et al.* (1993), Tomanova *et al.* (2006) y Chará *et al.* (En prensa). Este recurso tiene gran importancia dentro de los sistemas acuáticos y presenta gran facilidad de ser suministrado al mismo (Giller y Malmqvist, 1998; Webster y Benfield 2003). De hecho, es a partir de MOPG que se genera (Allan y Castillo, 2007), lo que implica una alta disponibilidad como recurso en el ambiente y explica la presencia como contenido estomacal en todo organismo de sistemas de este tipo (Tomanova *et al.* 2006). Aunque, es posible que en los depredadores se presente MOPF debido a que estos se pueden estar alimentado de otros organismos que si ingieren MOPF como alimento principal.

En cuanto a los componentes las dietas, TPV y MOPG fueron después de MOPF los recursos de mayor frecuencia y HN con las menores frecuencias dentro de las dietas los individuos evaluados. En este trabajo se evidenció que los géneros evaluados no presentaron una dieta constituida por solo uno de los seis recursos categorizados, por el contrario se observaron dietas variadas (por

lo menos tres ítems alimentarios). Si bien es cierto que los insectos acuáticos son oportunistas y se valen de lo disponible y aprovechable (Motta y Uieda 2004) *Chimarra* presentó solo tres de los ítems, es posible que uno de los tres (MA) sea incidental debido a que las microalgas se asientan sobre algún recurso que este consume (Tomanova *et al* 2006; Motta y Uieda 2004; Allan y Castillo 2007).

La clasificación de los taxones en los cuatro grupos dietarios está determinada por las proporciones de los diferentes recursos alimentarios identificados en todos los organismos analizados. De esta manera se separan claramente los Depredadores, conformados por *Atopsyche* y *Anacroneuria* ya que éstos taxones son los únicos del presente trabajo que ingieren restos animales en altos porcentajes (>50%), coincidiendo con Reynaga y Rueda (2008); Tomanova *et al.* (2006); Merritt y Cummins (1996), para ambos grupos, aunque Chará *et al.* (En prensa) reportaron al género *Atopsyche* como Fragmentador-Generalista y a *Anacroneuria* como depredador.

Por otro lado, el género *Baetodes* es reportado como raspador exclusivo de microalgas en la zona templada (Merritt y Cummins 1996). Resultado que no coincide con los del presente estudio en el cual es reportado como Recolector-Raspador, debido a que se observó MOPF como dieta principal y una proporción promedio de 38,55% de hongos cuyo grupo es considerado como material asociado a microalgas y hace parte de las películas de perifiton (Gulis y Suberkropp 2006).

Los géneros *Leptonema*, *Smicridea* y *Phylloicus* fueron categorizados dentro del gremio Fragmentadores-Recolectores, este resultado muestra la importancia y el papel que desempeñan taxones como estos dentro de las redes tróficas fluviales, en cuanto a la descomposición de la MOPG (Giller y Malmqvist 1998; Allan y Castillo 2007; Webster y Benfield 2003). Los Trichoptera, son considerados elementos fundamentales en los ríos por su representación en todos los grupos tróficos, en este sentido, *Chimarra* como es reportado como Recolector y *Atopsyche* como Depredador, mostrando así una

variedad de grupos tróficos a los que pertenecen (Wiggins y Mackay 1978; Yule 1996).

Los géneros *Lachlania*, *Thraulodes*, *Leptohyphes* y *Chimarra* son considerados como Recolectores. Aunque, éste último presentó diferencia significativa en comparación con *Lachlania*, *Thraulodes*, *Leptohyphes* lo que puede deberse a la afinidad por el recurso principal o el perfil dietario entre sí ya que *Chimarra* presentó en promedio MOPF 86.82% ($\pm 1.03\%$) mientras que *Lachlania*, *Thraulodes* y *Leptohyphes* presentaron MOPF en promedio cantidades de 93.73% ($\pm 2.68\%$), 93.13% ($\pm 2.11\%$) y 93.08% ($\pm 7.63\%$) respectivamente. Aunque, las cantidades de MOPG también difirieron de manera inversa (Tabla 2).

Por otro lado, estos cuatro taxones se encontraban sin ubicación alguna respecto al Neotrópico Colombiano en algún gremio trófico. Chará *et al* (En prensa) reportaron a *Farrodes* como Recolector-Especialista, género estrechamente relacionado con *Thraulodes* ya que tienen una morfología bucal similar (Domínguez *et al* 2006) en el presente estudio *Thraulodes* es reportado como Recolector; sin embargo, Tomanova *et al.* (2006) lo reportan a *Thraulodes* dentro de los Recolectores, lo que coincidió con los resultados de este trabajo.

Cheshire *et al.* (2005) sugieren que especies taxonómicamente relacionadas pueden tener dietas que difieren entre diferentes zonas (templada y tropical); es decir, un taxón puede pertenecer a un gremio diferente. En este estudio el género *Leptonema* es registrado como Fragmentador-Recolector y Chará *et al* (En prensa) lo asignaron al grupo Fragmentador-Generalista. Sin embargo, estos resultados difieren con la ubicación en que Merritt y Cummins (1996) atribuyeron al mismo género en la zona templada dentro del grupo de los Recolectores y Tomanova *et al.* 2006 que también lo reportaron como Recolector pero en ríos de Bolivia. Así mismo, no se tiene reporte de la clasificación trófica de ciertos taxones para Colombia, como fue el caso de *Lachlania*, *Chimarra* y *Thraulodes* (Tabla 4).

El análisis de contenidos estomacales, evidencia un espectro trófico para determinado grupo evaluado (Muñoz *et al.* 2009); sin embargo, Reynaga (2009)

discute la clasificación trófica de los géneros *Smicridea* y *Polycentropus* que según su espectro trófico del contenido estomacal parecerían ser depredadores primordialmente, pero fueron considerados como Depredadores-Recolectores, Aspecto que ha sido discutido (Wiggins 2004). Cabe resaltar que el género *Smicridea* en el presente trabajo es asignado al grupo Fragmentador-Recolector resultado que no coincide con Reynaga (2009) al igual que los rangos de tallas (longitud total del cuerpo) de los individuos analizados; Reynaga (2009) con 8 mm (± 1.1 mm) y el presente estudio con 15.71mm (± 1.22 mm) (Tabla 2 y Anexo 1) para el género *Smicridea*. También, ocurre lo mismo con *Chimarra* respecto a las tallas analizadas en el presente estudio se evaluaron individuos con tallas promedio de 4.53mm (± 1.97) y Reynaga (2009) tallas promedios de 9mm (± 1.4 mm). Sin embargo, el recurso MOPF fue el principal ítem alimentario para el género en ambos estudios.

Tabla 4. Clasificación de los diez géneros evaluados en gremios tróficos según varios estudios (Incluyendo el presente Norte de Colombia). ¹Merritt y Cummins 1996 (Norte América), ²Tomanova *et al.* 2006 (Bolivia), ³Chará *et al.* En prensa (Colombia Risaralda).

Género	(Presente trabajo)	Otras referencias
<i>Lachlania</i>	Recolector	Recolector ¹
<i>Thraulodes</i>	Recolector	Recolector ²
<i>Leptohyphes</i>	Recolector	Recolector ^{1,3}
<i>Chimarra</i>	Recolector	Recolector ^{1,2}
<i>Phylloicus</i>	Fragmentador-Recolector	Fragmentador-Generalista ³ ; Recolector ¹
<i>Baetodes</i>	Recolector-Raspador	Raspador ¹ ; Recolector ^{2,3}
<i>Leptonema</i>	Fragmentador-Recolector	Recolector ^{1,2} ; Fragmentador-Generalista ³
<i>Smicridea</i>	Fragmentador-Recolector	Recolector ^{1,2} ; Fragmentador-Recolector ³
<i>Atopsyche</i>	Depredador	Depredador ^{1,2} ; Fragmentador-Generalista ³
<i>Anacroneuria</i>	Depredador	Depredador ^{1,2,3}

Así mismo, los organismos del genero *Atopsyche* evaluados por Reynaga y Rueda (2010) comprendieron como talla promedio 10.34 mm (0.9 mm) y las larvas del presente trabajo midieron en promedio 8.57 mm (± 1.91 mm) (Tabla 2 y Anexo 1) de longitud total. Pero, la asignación al gremio trófico no difirió entre los dos estudios. Por consiguiente, la asignación aquí propuesta para cada uno

de los diez géneros clasificados, se corresponde para las tallas de longitud total promedio de los organismos evaluados. Ya que, algunas especies pueden agregar un nuevo recurso a su dieta a medida que aumenta de talla o volverse más especialista, como también cambiar de hábitos alimentarios (Céréghino 2006; Cummins y Klug 1979).

Aunque, se presentaron diferencias estadísticas entre sí como fue el caso de *Phylloicus* con *Smicridea* y *Leptonema* o la diferencia estadística de *Chimarra* respecto a los géneros *Thraulodes*, *Lachlania* y *Leptohyphes* puede atribuirse al grado de especialización o afinidad por el mismo recurso como también la competencia entre los respectivos taxones (Reynaga y Rueda 2010; Heino 2005).

Este trabajo representa una importante contribución para los siguientes estudios en los que se incluyan otros grupos de insectos para la Región Caribe colombiana aunque para las zonas templadas asignaron a cierto género (e.g. *Leptonema*) como Recolector en este estudio se considera como Fragmentador-Recolector por lo cual se evidencia que no suelen presentar la misma función trófica y se debe realizar, por lo menos análisis de este tipo en cada localidad.

10. CONCLUSIONES

Se reporta por primera vez para la Región Caribe la clasificación trófica de *Baetodes* (Ephemeroptera: Baetidae), que por presentar todas las categorías alimentarias pero principalmente MOPF y HN es asignado al gremio Recolector-Raspador. Como también a *Leptohyphes* y *Thraulodes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) que mostraron una alta afinidad por MOPF asignándose como Recolectores, lo que evidencia una importancia de estos grupos a la hora de la asimilación del detrito fino en el sistema.

Otros géneros con primeros reportes en el área de estudio, mediante el análisis estomacal son *Phylloicus* y *Smicridea*; reportados como Fragmentadores-Recolectores ya que presentaron valores de TPV y MOPG junto con proporciones de MOPF que sugieren su asignación al grupo, denotándose la importancia de taxones como estos respecto a la fragmentación de la hojarasca e indirectamente con la descomposición de dicho material, por lo tanto estos grupos representan un componente importante en eslabones bajos de las relaciones tróficas del área de estudio.

Por otro lado, los organismos analizadas de *Atopsyche* y *Anacroneuria* mostraron hábitos de depredación por otros insectos aunque no con una alta afinidad, evidencia la importancia que tienen grupos como estos sobre la degradación de materia orgánica de tipo animal, surgiendo la inquietud de conocer la dirección de la energía entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, pero principalmente Trichoptera representado con géneros en los cuatro gremios observados.

Queda por sentado que los hábitos alimentarios de algunos taxones varía entre las zona templada y tropical como lo fue el caso de *Leptonema* y *Smicridea*. Como también se observó la variación dentro del mismo país como el caso de *Atopsyche*. Por lo tanto, retomamos que la asignación a grupos tróficos según la literatura de otra zona puede ser una vía errónea para identificar los grupos tróficos de determinada zona, en particular, para los ríos de la SNSM.

En la evaluación de los diez géneros clasificados en cuatro gremios tróficos; Fragmentadores-Recolectores, Depredadores, Recolectores y Recolectores-Raspadores; ninguno, presento una dieta compuesta exclusivamente por uno solo de los ítems alimentarios; comprobándose así, un comportamiento oportunista de los taxones evaluados, los cuales presentaron dietas variadas o constituidas por varios recursos alimentarios. Como también, que es adecuada la clasificación de los organismos en gremios tróficos según la manera de adquirir el alimento

11. RECOMENDACIONES

Emplear métodos de recolección que extraigan la mayor cantidad de individuos de manera cuantitativa, con la que también se pueda cuantificar los recursos alimentarios en el ambiente. Asimismo, manejar un muestreo espacial más amplio al usado en el presente estudio y por lo menos realizar muestreos dos veces por mes.

Para la zona de estudio del presente trabajo u otra de la SNSM o para la Región Caribe de Colombia en general, incluir el mayor número de taxones con el ánimo de referenciar el comportamiento en los demás taxones y compararlos a nivel local y mundial y así corroborar la existencia de las diferencias entre los taxones que conforman los grupos tróficos

A la hora de realizar análisis de contenido estomacal como herramienta de clasificación trófica de comunidades de organismos bentónicos se debe evaluar una muestra lo mayor posible respecto al número de individuos para los grupos restantes y aun los que en este estudio se lograron analizar. Ésta muestra debe ser representativa a la distribución encontrada en el ambiente, por lo menos un 50% de los individuos recolectados por taxón.

Incluir organismos en estado adulto y relacionar el flujo de la energía desde el bosque ribereño y a la corriente de agua y viceversa. Esto con el fin de contribuir al conocimiento respecto al tema ya que ha sido poco estudiado para esta región.

Realizar descripciones morfológicas de las piezas bucales y afines con el modo de alimentación para cada uno de los taxones a estudiar. E igualmente, comparar las dietas mediante el uso de índices tróficos en los que se pueda incluir varios tipos de recursos alimentarios, con el ánimo de estimar el solapamiento de nicho entre los taxones a estudiar.

En lo posible realizar la técnica de análisis por isótopos estables que es una vía complementaria al análisis de contenidos estomacales y de mayor confiabilidad a la hora de la asignación al gremio trófico y, debido a que la medición que realiza es respecto a lo asimilado y no a lo consumido.

12. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre-Pabón, J., B. G., Orozco, B. J., Rodríguez, M. J., Yacomelo y P. A., González. 2007. Grupos funcionales de macroinvertebrados acuáticos en una quebrada de cabecera, Sierra Nevada de Santa Marta-Colombia. pp 98. En: Garzón, C. C., Ruiz, S. E., Rojas, A. D., Triana, A., Cuervo, A. L. Revelo, N., Jiménez, O. (Eds). 2007. Memorias. 1er Congreso Nacional y 5to Encuentro de Estudiantes de Biología. Primera Edición. Bogotá D. C., Colombia. pp 202

Allan, J y M.M., Castillo (Eds). 2007. Detrital energy sources. pp. 135 – 161. En: Stream ecology structure and function of running waters. Springer. Dordrecht, Netherlands. 436 pp.

Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26:32-46.

Angrisano, E. 2001. Trichoptera. En: H.R. Fernández y E. Domínguez (Eds.). Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad de Tucumán. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. Argentina. 282 pp.

Angrisano, E y J. Sganga. 2009. Trichoptera. pp. 255 – 307. En: Domínguez, E. y R. Fernández (Eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp.

Ballesteros, Y. 2003. Contribución al conocimiento del género *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) y su relación con la calidad del agua en el Río Riofrío (Valle del Cauca) .Tesis de Maestría, Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad del Valle, Cali. 134 pp.

Bello, C y M. Cabrera. 2001. Alimentación Ninfal de Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) en el Caño Paso del Diablo, San José, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*. (49): 3-4.

Benke, A. C. 1980. Trophics basis of production among net-spinning caddisflies in a southern appalchian stream. *Ecology*. 61(1): 108-118.

Brooks, A., T. Haeusler, I. Reinfelds y S. Williams. 2005. Hydraulic microhabitats and the distribution of macroinvertebrate assemblages in riffles. *Freshwater Biology*. 50:331-344

Cantillo, L. 2003. Taxonomía y algunos aspectos ecológicos de estados inmaduros del orden Ephemeroptera en un sector del río Manzanares, Departamento del Magdalena. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Magdalena. 110 pp.

Céréghino, R. 2006. Ontogenetic diet shifts and their incidence on ecological processes: a case study using two morphologically similar stoneflies (Plecoptera). *Acta Oecológica*. 30: 33- 38

Chará, A M., J. D. Chará, Zúñiga M del C, R. G. Pearson, y L. Boyero. En prensa. Diets of leaf litter-associated insects in three Colombian streams. *Hydrobiologia*.

Cheshire, K., L. Boyero y R. Pearson. 2005. Food webs in tropical Australian streams: shredders are not scarce. *Freshwater Biology*. 50: 748–769

Clarke, K. R. y R. N. Gorley. 2005 PRIMER v5: User manual/ tutorial. Plymouth. Primer-E Ltd.

Cole, G. 1988. Manual de limnología. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Uruguay. 404 pp.

Cummins, K M. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annu. Rev. Entomol*. 18:183-203.

Cummins, K.W y M.J. Klug. (1979). Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 10: 147–172.

Darrigan, G., A. Vilches, T. Legarralde y C. Damborenea. 2007. Guía para el estudio de macroinvertebrados: I métodos de colecta y técnicas de fijación. ProBiota-FCNyM-UNLP.Universidad de la Plata. Argentina. 86pp.

Díaz, L., M. Del C. Zúñiga y T. Bacca. 2009. Estudio actual del conocimiento del orden Ephemeroptera en Colombia. Resumen Congreso Colombiano de Entomología. Medellín, Colombia. 236-253.

Domínguez, E., C. Molineri, y N. Carolina. 2009. Ephemeroptera. pp. 55- 93. En: Domínguez, E. y R. Fernández (Eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp.

Domínguez, E. y R. Fernández (Eds.). 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp.

Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M., Hubbard, M. y Nieto, C. 2006. Ephemeroptera of South América. En: Adis, J.†, Arias, J.R., Golovatch, S., Wantzen, K.M. y G. Rueda-Delgado (Eds.): Aquatic Biodiversity of Latin American (ABLA). Vol 2. Pensoft, Sofia-Moscow, 646 pp.

Dorvillé, L. F. & C. G. Froehlich. 2001. Description of the nymphs of *Kempnyia tijucana*, Dorvillé. & Froehlich. (Plecoptera: Perlidae), with notes on its development a biology. 385-392 pp. En: E. Dominguez (Ed). Trends in research in Ephemeroptera And Plecoptera.

Fenoglio, S., B. Tiziano, G. Malacarne, M. Pessino y F. Sgariboldi. 2007. Effects of clogging on stream macroinvertebrates: An experimental aproach. Limnologica 37: 186–192

Fernández, H y E. Domínguez. (Eds.). 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 282 pp.

Frayter, V., E. Jiménez, R. Pabón y O. Valero. 2000. Plan de manejo integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Gaira. Tesis Ingeniero Agrónomo y Economía, Universidad del Magdalena, Santa Marta. Colombia, 46-47pp.

Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta. 1998. Evaluación Ecológica Rápida de la Sierra Nevada de Santa Marta. Definición de Áreas para la conservación de la Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Marta. 134 pp

Froehlich, C. G. 2009. Plecoptera. pp. 145 – 165. En: Domínguez, E. y R. Fernández (Eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp.

Gamboa, M., M. M. Chacón y S. Segnini. 2009. Diet composition of the mature larvae of four Anacronetia species (Plecoptera: Perlidae) from the Venezuelan Andes. Aquatic Insects. 31 (1): 409-417

Gil, M. A., P. A. Gareis, y E. A. Vallania, 2009. Hábitos alimenticios de larvas de *Polycentropus joergenseni* Ulmer, 1909 (Trichoptera: Polycentropodidae) en el Río Grande (San Luis, Argentina). Gayana 70 (2): 206-209.

Giller, P. S y B. Malmqvist. 1998. The biology of Streams and Rivers. New York, USA. Oxford University Press Inc. 296 pp.

Grant, P. M. 2001. Mayflies as food. pp. 107-123. En: E. Domínguez (Ed.). Trends in research in Ephemeroptera and Plecoptera. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York.

Grimaldo, M. 2001. Inventario de macroinvertebrados asociados a las macrófitas en el río Gaira (Colombia). Tesis de Pregrado, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena, Colombia, 41 pp.

Gulis, V y K. Suberkropp. 2006. Fungi: biomass, production and sporulation of aquatic hyphomycetes. pp.311-325. En: Hauer, F.R. y G.A. Lamberti (Eds) *Methods in stream ecology*. New York: Academic Press. pp 311-325

Guzmán-Soto, C.J y C. Tamaris-Turizo. 2009. Evaluación de la dieta y hábitos alimentarios de los géneros *Lachlania* (Oligoneuridae), *Anacroneuria* (Perlidae) y *Leptonema* (Hidropsychidae) de la parte media del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta. En: Malagón-Romero D. C., L. F. Pallares-Amaya; O. Jiménez, J. V. Palomino-Cuellar y N. Medina-Amaya (eds.). *Libro de Memorias II Congreso Nacional de Estudiantes de Biología*. Primera edición. Bogotá, D.C., Colombia. pp. 93.

Heino, J. 2005. Functional biodiversity of macroinvertebrates assemblage along major ecological gradients of boreal headwater streams. *Freshwater Biol.* 50: 1578-1587

Legendre, P. y L. Legendre. 1998. *Numerical ecology*. Second english edition. Elsevier Publishers, Amsterdam, Holanda. 853 pp.

Malmqvist, B. 1993. Interactions in stream leaf packs: effects of a stonefly predator on detritivores and organic matter processing. *OIKOS*. 66: 454-462

Merritt, R. W y K. W. Cummins (Eds). 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Iowa, USA. Kendall-Hunt Publishing Company. 862 pp.

Motta, R. L y V. S. Uieda. 2004. Diet and trophic groups of an aquatic insect community in a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology* 64 (4): 809-817.

Muñoz I., A. M. Romaní, A. Rodríguez-Capitulo, J. Gonzales-Esteban y E. García-Berthou. 2009. Relaciones tróficas en el ecosistema fluvial. pp. 347 - 366. En: Elozegi A y Sabater S (eds.). *Conceptos y técnicas en el ecosistema fluvial*. Primera Edición. Fundación BBVA. España. 422 pp.

Muñoz-Quesada, F. 2004. El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: inmaduros y adultos, consideraciones generales. pp. 319-349. En: F. Fernández (Ed). Insectos de Colombia, Volumen 3. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.

Odum, E.1969. Ecología. 2a Edición. México, D. F. Editorial Continental. 638 pp.

Olivera, P., N. Hamada y J. Nessimian. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias de Trichoptera (Insecta) de Amasônia Central, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia. 49 (2):181-204.

Posada, G. J. y P. G. Roldán. 2003. Clave ilustrada y diversidad de larvas de Trichoptera en el Noroccidente de Colombia. Caldasia. 25 (1): 169-192.

Reynaga, M. C y M. P. Rueda. 2010. Trophic analysis of two species of Atopsyche (Trichoptera: Hydrobiosidae). Limnologica 40: 61-66

Reynaga, M. C. 2009. Hábitos alimentarios de larvas de Trichoptera (Insecta) de una cuenca subtropical. Ecología Austral 19: 207-214

Riaño, P., A. Basaguren, y J. Pozo. 1997. The life history and food habits of Siphonoperla torrentium (Plecoptera: Chloroperlidae) in northern Spain. pp. 79-82. En: P. Landolt y M. Sartori (Eds.) Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics. Tinguely & Lachat SA. Fribourg, Switzerland.

Rincón, M. E. 1996. Aspectos bioecológicos de los tricópteros de la quebrada Carrizal (Boyacá. Colombia). Revista Colombiana de Entomología. 22 (1): 53-60

Rincón, M. E. 2002. Comunidad de insectos acuáticos de la quebrada Mamarramos (Boyacá, Colombia). Revista Colombiana de Entomología 28 (1):1001-108.

Rivera-Usme, J., D. Camacho-Pinzón y A. Botero-Botero. 2008. Estructura numérica de la entomofauna acuática en ocho quebradas del departamento del Quindío-Colombia. *Acta biológica Colombiana*. Vol. 13 (2): 133 – 146

Roldán, G. P. 1992. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Universidad de Antioquía. FEN –COLCIENCIAS (Ed.). Santafé de Bogotá, Colombia. 217 pp.

Roldán, G. P. 1996. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo Fen Colombia/Colciencias/Universidad de Antioquia, Bogota. 217 pp.

Root, R. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. *Ecological Monographs*. 37: 317–350.

Rueda-Delgado G., G. Cotes, E. Carbonó, W. López, M. Cantillo, D. Serna y C. Tamaris. 2005. Lineamientos de un programa de aseguramiento de la oferta hídrica del río Gaira a partir de la integralidad biológica de la cuenca, Serranía San Lorenzo, Colombia (Magdalena). Convenio Dadma-Unimagdalena, Santa Marta, Colombia. 105pp.

Sabater, S y A. Elosegí (Eds). 2009. Importancia de los ríos. pp. 15 - 21. En: *Conceptos y técnicas en el ecosistema fluvial*. Primera Edición. Fundación BBVA. España. 422 pp.

Serna, D. 2003. Estructura de la comunidad de larvas del orden Trichoptera y su dinámica espacio-temporal en un Gradiente altitudinal de la Cuenca del río Manzanares, Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Magdalena. 127 pp.

Sierra-Labastidas, T. K y S. A. Reyes-Picón. 2005. Aproximación a la producción secundaria de Anacroneuria (Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira, Hacienda la Victoria. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Magdalena. 64 pp.

Sneath, P. H. A. y R. R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy—The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. xv + 573 pp

Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1995. Biometry-the principles and practice of statistics in biological research. 3rd edition. W. H. Freeman, New York. xix + 887 pp.

Stark, B. P y M. Del C. Zúñiga. 2003. The *Anacroneuria guambiana* complex of South America (Plecoptera: Perlidae) pp 229-237. En: E. Gaino (Ed.). Reaserch Update on Ephemeroptera y Plecoptera, Italia.

Stark, B.P., C. Froehlich y M. del C. Zúñiga. 2009. South American Stonflies (Plecoptera). En: Adis, J.†, Arias, J.R., Golovatch, S., Wantzen, K.M. y G. Rueda-Delgado (Eds.): Aquatic Biodiversity of Latin American (ABLA). Vol 5. Pensoft, Sofia-Moscow, 154 pp.

Tamarís-Turizo C, Turizo-Correa R y Zúñiga M del C. 2007. Distribución espacio-temporal y hábitos alimentarios de ninfas de *Anacroneuria* (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira (SNSM, Colombia). Rev. Caldasia. 29 (2): 375-385

Tamarís-Turizo C, y T. Sierra-Labastidas. 2009. Una inspección al papel de la producción de los Plecópteros en ecosistemas lóticos. Revista de ciencias. 12: 109-120

Teslenko, V. A. 1997. Feeding habits of the predaceous stoneflies in a salmon stream of the Russian far east. pp. 73-78 En: P. Landolt & M. Sartori (Eds.) Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics. Tinguely & Lachat SA, Fribourg, Switzerland.

Tomanova, S., E. Goitia y J. Helesic. 2006. Trophic levels and fuctional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. Hydrobiologia 556: 251-264.

Townsend, C. R y A. G Hildrew. 1994. Species traits in relation to a habitat templet for river systems. Freshwat. Biol. 31: 265-275.

Wantzen K. M y G. D Rueda . 2009. Técnicas de muestreo de macroinvertebrados bentónicos. pp. 17 - 45. En: Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. E. Domínguez y H. R. Fernández (Eds). Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina .654 pp.

Ward , J., K. Tockner , D. Arscott y C. Claret . 2002. Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology* 47: 517-539.

Webster, J. R. y E. F. Benfield. 1986. Vascular plant breakdown in freshwater ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 567-594.

Wetzel G. R. 1981. Limnología. Traducción de la primera edición (1975). Editorial Omega S. A. Barcelona, España. 679 pp.

Wiggins G. B y R. J. Mackay, 1978. Some relationships between systematics and trophic ecology in nearctic aquatic insects, with special reference to Trichoptera. *Ecology*. 59: 1211-1220.

Wiggins, G. B. 2004. Caddisflies. The underwater architects. University of Toronto. 262 pp.

Winterbourn, M., B. Cowie y J. Rounick. 1994. Food resources and ingestion patterns along a West Coast, South, rivers system. *N. Z. J. Marine Freshwater Rev.* 18: 379-388

Yule, C. M. 1996. Trophic relationship and food webs of the Benthic Invertebrate Fauna of two seasonal tropical streams on Bougainville Island, Papua Nueva Guinea. *Journal of Tropical Ecology*. 12: 517-534

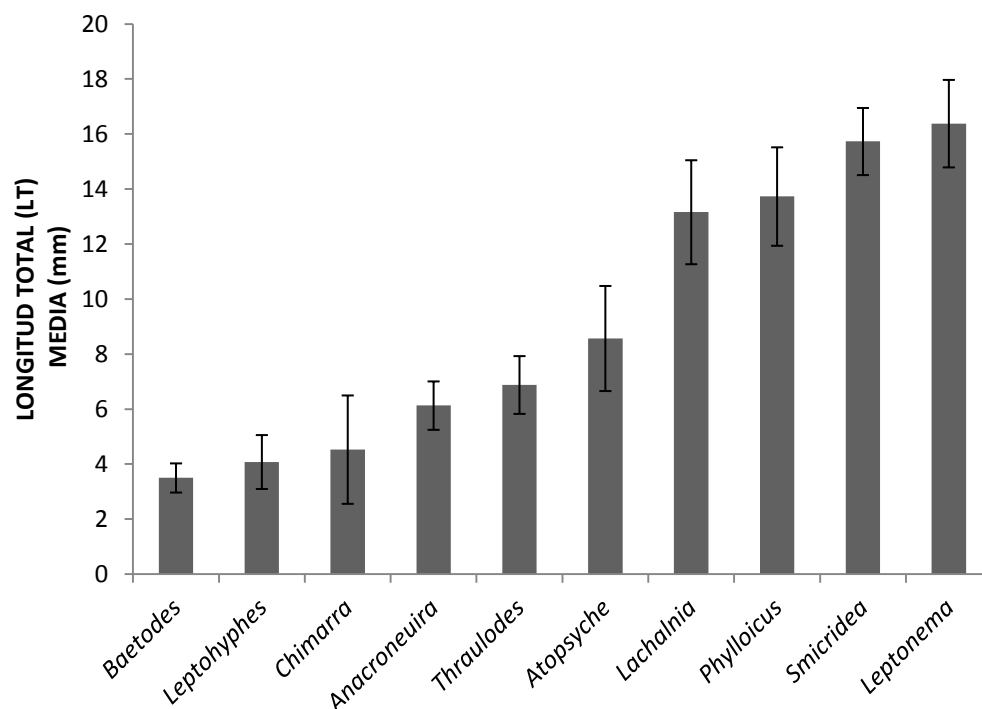
Zúñiga M del C. 2004. El Orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. pp. 17 - 41. En: F. Fernández (Ed.). *Insectos de Colombia, Volumen 3*. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. 187 pp.

Zúñiga, M del C., B. P Stark y L. C. Gutiérrez. 2000. *Anacroneuria caraca* Stark, 1995 Primer Registro de Plecoptera (Insecta) Para la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. En: IV Seminario Nacional de Limnología. Colombia. Santafé de Bogotá.

Zúñiga, M del C., B. P. Stark, A. Rojas y M. Baena. 2001. Distribution of *Anacroneuria* specie (Plecoptera: Perlidae) in Colombia. pp. 301-304. En: E. Dominguez (Ed.). Trends in research in Ephemeroptera and Plecoptera. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York.

13. ANEXOS

13.1 ANEXO 1



Distribución media (columnas) y su respectiva desviación estándar de las tallas (longitud total, LT) para cada uno de los géneros evaluados presentes en la parte media del río Gaira, SNSM. Obtenidos durante los meses de Abril, Junio, Agosto y Diciembre de 2010.

13.2 ANEXO 2

Distribución porcentual de la entomofauna bentónica en el tramo medio del río Gaira, SNSM. Durante los meses de Junio a Diciembre de 2010. Abundancia porcentual (AB%)

		AB %
Coleoptera		20,23
	Elmidae	20,00
	<i>Cylloepus</i>	1,84
	<i>Heterelmis</i>	8,97
	<i>Macrelmis</i>	1,15
	<i>Microcylloepus</i>	0,92
	<i>Phanocerus</i>	7,13
	Psephenidae	0,23
	<i>Psephenus</i>	0,23
Diptera		15,40
	Blephariceridae	0,23
		0,23
	Ceratopogonidae	0,23
		0,23
	Chironomidae	7,24
	<i>Chironominae</i>	0,57
	<i>Orthocladiinae</i>	6,67
	Simuliidae	7,01
	<i>Simulium</i>	7,01
	Tipulidae	0,69
	<i>Tipula</i>	0,69
Ephemeroptera		7,82
	Baetidae	0,69
	<i>Baetodes</i>	0,69
	Leptohyphidae	3,79
	<i>Leptohyphes</i>	3,45
	<i>Tricoritodes</i>	0,34
	Leptophlebiidae	1,38
	<i>Thraulodes</i>	1,38

Oligoneuridae		1,95
	<i>Lachlania</i>	1,95
Megaloptera		0,11
	Corydalidae	0,11
	<i>Corydalus</i>	0,11
Plecoptera		31,61
	Perlidae	31,61
	<i>Anacroneuria</i>	31,61
Trichoptera		24,83
	Calamoceratidae	3,91
	<i>Phylloicus</i>	3,91
	Helicopsychidae	0,23
	<i>Helicopsyche</i>	0,23
	Hydrobiosidae	0,11
	<i>Atopsyche</i>	0,11
	Hydropsichidae	19,31
	<i>Leptonema</i>	9,08
	<i>Smicridea</i>	10,23
	Leptoceridae	0,46
	<i>Nectopsyche</i>	0,46
	Philopotamidae	0,80
	<i>Chimarra</i>	0,80
TOTAL		100